



Stadtwerke Tübingen GmbH

Landkreis Tübingen

Eigenwassernutzung im Versorgungsgebiet
der Stadtwerke Tübingen GmbH

Zusammenfassung

April 2016

Die vorliegenden Unterlagen sind unser Eigentum und als solches urheberrechtlich geschützt. Die Veröffentlichung und Vervielfältigung bedarf unserer vorherigen schriftlichen Zustimmung. Wir weisen darauf hin, dass eine Verletzung unseres Urheberrechts zivilrechtliche Schritte bis hin zum Schadensersatzanspruch zur Folge hat.

RBS wave GmbH
Kriegsbergstraße 32
70174 Stuttgart

Tel. 0711 18571-500
Fax 0711 18571-508

RBS wave GmbH
Sitz der Gesellschaft: Stuttgart
Registergericht Stuttgart Nr. HRB 2728

Vorsitzender des Aufsichtsrats:
Matthias Groß

Geschäftsführer:
Dipl.-Ing. Erwin Kober
MBA Frank Tamowski

Vor dem Hintergrund der Gewerbeflächenstrategie 2020 der Universitätsstadt Tübingen haben wir im Auftrag der Stadtwerke Tübingen GmbH das Eigenwassertransportsystem mit und ohne die Wassergewinnungsanlagen Au und Weilheim untersucht. Ziel der Untersuchung war es, die Leistungsfähigkeit des Eigenwasser-Transportnetzes und die Einspeisung ins Netz der Niederzone Sand sowie die Befüllung des HB Sand zu überprüfen. In diesem Fall wird das Versorgungsgebiet Tübingen nur über eigene Wassergewinnungsanlagen versorgt (BWV-Zulauf 100 % außer Betrieb –mehrtägiger Ausfall) werden.

Aufgabenstellung

Die Aufgabenstellung beinhaltete:

- Grundlagenermittlung (Beschreibung der bestehenden Wassergewinnungsanlagen, Wasserförderungsanlagen und des Eigenwasser-Transportnetzes),
- Durchführung von Druck- und Durchflussmessungen, mit dem Ziel, das Rechenetzmodell zu kalibrieren bzw. auf die realen Verhältnisse anzupassen,
- Beurteilung des hydraulischen Eigenwasser-Transportnetzzustandes,
- Beurteilung des Transportnetzes im Normal- und Spitzenlastfall,
- Beurteilung des Transportnetzes bei Betrieb der einzelnen Wassergewinnungsanlagen und bei Parallelbetrieb der Wassergewinnungsanlagen (unter Berücksichtigung des erforderlichen Wasserbedarfs im Versorgungsgebiet),
- Aufzählung der Engpässe im Transportnetz bei unterschiedlichen Betriebssituationen (Ist-Zustand)

In der Untersuchung wurden die Versorgungsgebiete Herrlesberg und Pfrondorf nicht mitberücksichtigt. Das Gebiet Herrlesberg lässt sich durch das Öffnen bestimmter Zonentrennschieber über das Netz der Niederzone Sand versorgen und das Gebiet Pfrondorf über die eigene Wassergewinnungsanlage Pfrondorf.

Grundlagen der Untersuchung

Als Grundlagen wurden verwendet:

- Rohrnetzanalyse des Wasserversorgungsnetzes Tübingen – Niederzone Sand (RBS wave GmbH, Februar 2014)
- Rohrnetzanalyse des Wasserversorgungsnetzes Tübingen – Rest des Netzes außer Niederzone Sand (RBS wave GmbH, November 2014)
- Rechenetzmodell Tübingen, Stand November 2014
- Trinkwasserverordnung von 2001
- DVGW-Arbeitsblatt W 300-1 „Trinkwasserbehälter“ - Planung und Bau
- DVGW-Arbeitsblatt W 400-1 „Wasserverteilungsanlagen“ - Planung
- DVGW-Arbeitsblatt W 400-3 „Wasserverteilungsanlagen“ - Betrieb und Instandhaltung

Anforderungen

Grundsatz und Ziel des Betriebes von Wasserversorgungsanlagen der Stadtwerke Tübingen GmbH ist die Bereitstellung von Trinkwasser an jeder Stelle des Versorgungsgebietes

- in ausreichender Menge,
- in hygienisch einwandfreier Qualität,
- mit ausreichendem Druck und
- mit möglichst störungsfreier Wasserlieferung.

Wasserverbrauch und -bedarf im Versorgungsgebiet der Stadtwerke Tübingen GmbH

Zur Überprüfung der Verbrauchssituation im Versorgungsgebiet der Stadtwerke Tübingen GmbH standen die Wasserverbrauchswerte des Jahres 2011 zur Verfügung. In Summe ergab sich ein Wasserverbrauch von etwa 4.555.583 m³/a aus den im Rechnetzmodell aktiven Anschlusszählern. Für die Betrachtung des Eigenwassersystems waren die Versorgungszonen Bebenhausen, Bläsiberg (DEA), Friedhofstraße, Galgenberg (DEA), Hennentalweg (DEA), Heuberg, Kaiser-Wilhelm-Turm, Käsenbachstraße (DMV), Kressbach, Sand, Schlossberg (DEA), Silo, Weilerhalde (DEA), Weilheim und Zwehrenbühl relevant.

Der mittlere Tagesbedarf dieser Versorgungsgebiete lag in Summe bei etwa 461 m³/h bzw. 11.072 m³/d.

Darin enthalten waren ein mittlerer Tagesbedarf der Hochzone (Silo, Heuberg, Zwehrenbühl, Käsenbachstraße, Gebiet Kreuz) von 139 m³/h bzw. 3.336 m³/d und ein maximaler Tagesbedarf von 238 m³/h bzw. 5.712 m³/d. Diese Menge sollte über den HB Sand an die Behälter Kreuz, Silo und Heuberg geliefert werden.

Die gemessenen Auslaufwerte des HB Sand für die Jahre 2010 bis 2014 sind in der Abbildung 1 dargestellt.

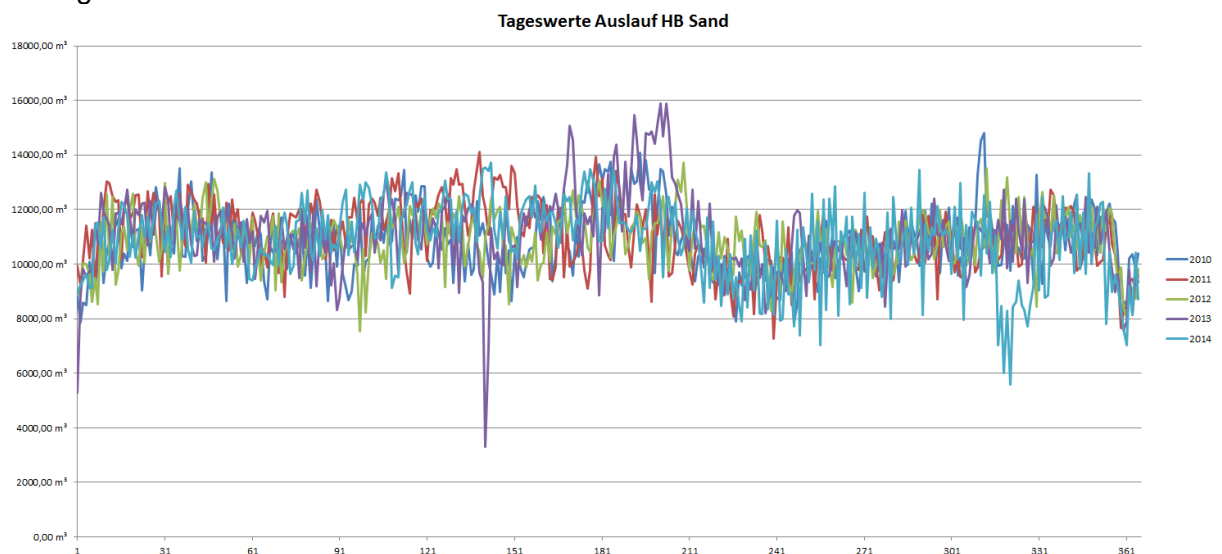


Abbildung 1: Jahressganglinien 2010 bis 2014 der Tageswerte Auslauf HB Sand

Die maximale gemessene Tagesspitzenabnahme im Zeitraum 2010 - 2014 betrug 15.898 m³/d im Jahr 2013 (Anmerkung: Durch den Klimawandel ist in Zukunft eine höhere Tagesspitzenabnahme zu erwarten). Setzt man 80 % dieses Maximalwertes für eine Häufigkeitsberechnung an, ergibt dies folgende Werte:

Tabelle 1: Häufigkeiten Tagesspitzenabnahme 2010 bis 2014

Jahr	Häufigkeit	davon
(1)	(2)	(3)
2010	28	13 im Juli
2011	28	15 im Mai
2012	9	2 jeweils im Feb., Juni, Juli und Nov.
2013	29	20 im Juli
2014	25	7 im April

Die Häufigkeiten betragen in den Jahren 2010 - 2014 in den Monaten Mai und Juli zwischen 46 % - 69 %. Aus den Tagesspitzenfaktoren nach DVGW ergibt sich ein maximaler Tagesbedarf (maxQ_d) von etwa 790 m³/h bzw. 18.960 m³/d

Wir sind in den Berechnungsszenarien wegen der individuellen Versorgungsstruktur in Tübingen und eines damit einhergehenden andersartigen Verhältnisses von Durchschnitts- und Spitzenverbrauchs von einem Tagesspitzenbedarf von 691,4 m³/h ausgegangen.

Bestehende Wasserversorgung

Von den Pumpwerken (PW) Unteres Neckartal und PW Gehrnfeld wird Grundwasser über eine Förderleitung DN 400/350 zum Mischwasserbehälter Sand gefördert. Die Pumpwerke Au, Wildermuth, Weilheim und Pfrondorf sind nicht in den Dauerbetrieb integriert, sondern stehen nur als Reserve zur Verfügung. Im HB Sand erfolgt die Mischung des Eigenwassers mit Fremdwasser des ZV Bodensee-Wasserversorgung in einem Mischungsverhältnis von 1:3 (ein Teil Eigenwasser / drei Teile Bodenseewasser). Das Mischwasser weist eine mittlere Wasserhärte auf. Nach erfolgter Mischung in einer separaten Mischkammer wird das Mischwasser in den 3 Wasserkammern des HB Sand gespeichert.

Im Wasserversorgungsgebiet der Stadt Tübingen sind folgende 7 Wassergewinnungsanlagen in Betrieb bzw. werden betriebsbereit gehalten:

- Brunnen Neckartal (Horizontalfilterbrunnen)
- Brunnen Neckartal (Vertikalfilterbrunnen)
- Brunnen Gehrnfeld
- Brunnen Au
- Brunnen Pfrondorf
- Brunnen Wildermuth
- Brunnen Weilheim

Die Wasserrechte, bezogen auf 12 Monate ohne die Wassergewinnungsanlagen Au, Pfrondorf und Weilheim, betragen 177 l/s (637,2 m³/h), so dass im Vergleich mit dem Tagesspitzenbedarf von 691,4 m³/h bei Ausfall der Bodenseewasserversorgung ein Fehlbedarf von (- 54,2 m³/h) entsteht.

Die Vollversorgung des Versorgungsgebietes Sand mit Eigenwasser ist mengentechnisch bei gleichzeitigem, mehrtägigem BWV-Versorgungsausfall auch ohne das Pumpwerk Au an 345 bis 355 Tagen sichergestellt. An 10 bis 20 Tagen im Jahr, mit einem maximalen Tagesbedarf (691 m³/h oder 16.584 m³/d), wäre eine Vollversorgung der Zonen Sand bei gleichzeitigem BWV-Versorgungsausfall ohne den Reservebrunnen Au nur mit Einschränkungen möglich.

Berechnungsszenarien

Im Falle einer Versorgungsunterbrechung des ZV Bodensee-Wasserversorgung wurde in der Untersuchung anhand verschiedener Szenarien aufgezeigt, wie die Versorgung über das Eigenwassertransportnetz sichergestellt werden kann (n-1 Szenario).

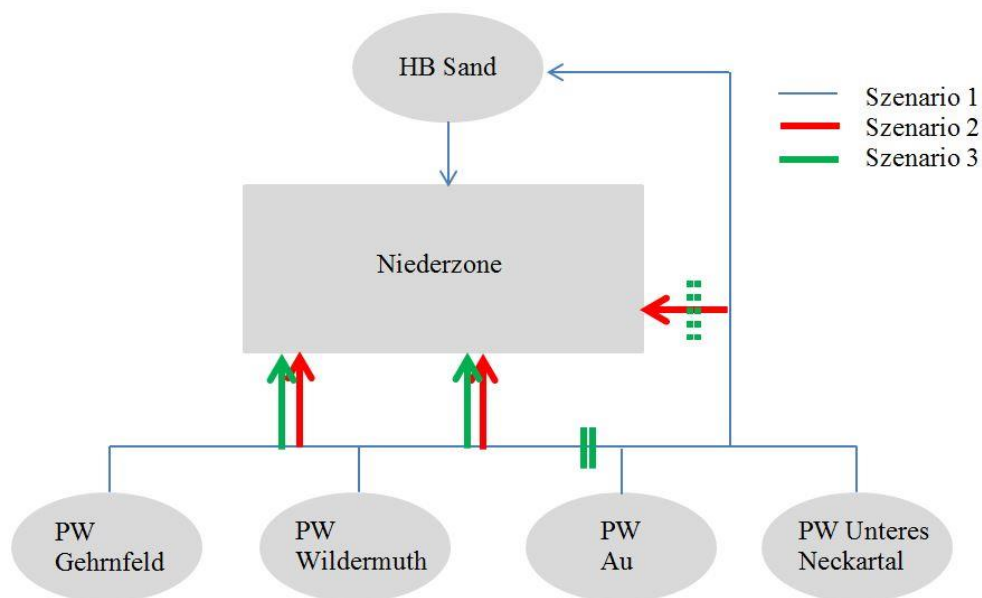


Abbildung 2: Übersicht Szenarien

In Abbildung 2 sind die drei betrachteten Szenarien dargestellt, die in der detaillierten Berechnung jeweils in zehn Betriebsfälle (Kombinationsmöglichkeiten von Wassergewinnungsanlagen) untergliedert wurden.

Szenario 1: Förderung über Eigenwassertransportnetz, wie bisher

Szenario 2: Förderung über Eigenwassertransportnetz und über drei Einspeisestellen ins Netz der Niederzone Sand

Szenario 3: teilweise getrennte Förderung

Um die Versorgung überwiegend gewährleisten zu können, soll an bestimmten Stellen eine Verbindung von Eigenwassertransportnetz und Wasserrohrnetz der Niederzone Sand geschaffen werden.

Bewertung der Berechnungsszenarien

In diesem Abschnitt wurden die Ergebnisse aller Berechnungsszenarien für den Fall eines längeren Ausfalls der Bodensee-Wasserversorgung zusammengefasst.

1. Bei Versorgung des Versorgungsgebietes Sand ausschließlich über Eigenwasser sollten die Einspeisestellen (Umlandstraße DN 400 / DN 300 und die Leitung DN 250 von PW Gehrnfeld in Richtung Weilheim) in Betrieb genommen und an der Kreuzung Garten-/Mühlstraße eine zusätzliche Einspeisestelle eingebaut werden.
2. Eine Aufdimensionierung von Leitungsabschnitten im Netz der Zone Sand in den Bereichen Am Stadtgraben, Kelternstraße, Belthlestraße, Alleenbrücke, Wilhelm-Keil-Straße, Sieben-Höfe-Straße und im Bereich des Spelterwegs bringt nur eine geringe Verbesserung der Versorgungssituation im Fall der ausschließlichen Eigenwassernutzung. In Bezug auf die Versorgungssicherheit für den Regelfall (siehe Strukturgutachten der Wasserversorgung Weilheim vom 19.01.2015, RBS wave GmbH) ist diese Aufdimensionierung sinnvoll.
3. Um für die Hochzone über den HB Sand den mittleren Tagesbedarf von 140 m³/h (maximaler Tagesbedarf: 197 m³/h) bereitzustellen, ist eine Erhöhung der Förderkapazitäten der Pumpwerke Unteres Neckartal (Erhöhung auf max. 252 m³/h) und Gehrnfeld (Erhöhung auf max. 396 m³/h) erforderlich. Um die Druckverhältnisse optimal zu halten, ist eine Drehzahlregelung der Anlagen notwendig. Zusätzlich muss die Einspeisestelle 1 (Lauswiesen / Kusterdinger Straße DN 300 / DN 150) geschlossen bleiben, um den Versorgungsdruck in diesem Bereich im Netz der Zone Sand auf etwa 8,0 bar zu begrenzen. Es treten Versorgungsdrücke bis zu 8,3 bar im Netz der Zone Sand auf. Diese sehen wir in diesem Sonderfall jedoch als tolerierbar.
4. Um die Druckverhältnisse optimal zu halten und gleichzeitig die Wassergewinnungsmenge optimal zu nutzen, hat sich Fall 6 besonders bewährt. In diesem Fall speist das PW Unteres Neckartal Eigenwasser direkt zum HB Sand, ohne Verbindung mit dem Netz der Zone Sand. Von anderer Seite speist das PW Gehrnfeld über die Einspeisestellen 2, 3, 4 und 5 Wasser direkt ins Netz der Zone Sand. Es treten Versorgungsdrücke von bis zu 8,2 bar im Netz der Zone Sand auf.
5. Das PW Weilheim kann nur geringfügig unterstützen, da die Leistungsfähigkeit unter der des PW Gehrnfeld liegt. Es wurde in der Untersuchung nicht mitberücksichtigt.
6. Vergleicht man die Tagesauslaufwerte für die Niederzone Sand und Hochzone im Jahr 2013 mit den Wasserrechten und der durchgehend (24 h) förderbaren Mengen, ist ersichtlich, dass für eine Abdeckung des Tagesspitzenverbrauchs/-bedarfs die Erhöhung der

Förderkapazitäten der Wassergewinnungsanlage Gehrnfeld und Unteres Neckartal (H) erforderlich ist (vgl. Abbildung 3).

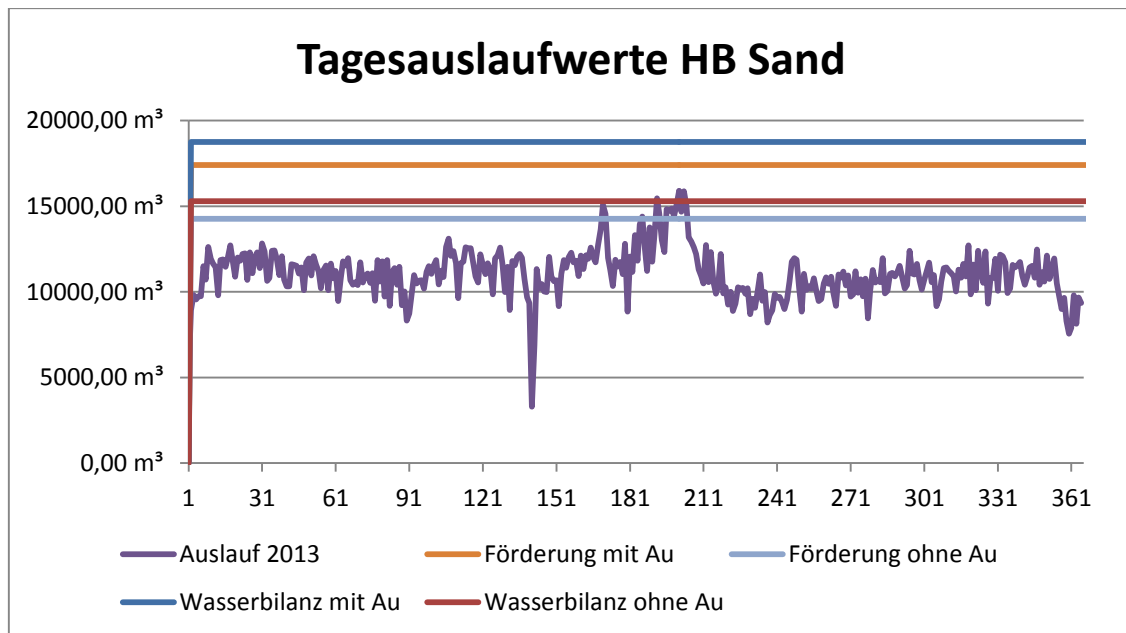


Abbildung 3: Tagesauslaufwerte 2013 HB Sand

7. Um das Restrisiko eines Ausfallszenarios an 10 bis 20 Tagen jährlich bei maximalem Tagesbedarf ohne den Reservebrunnen Au und 100 %igem Ausfall der BWV-Zulauf zu reduzieren, müssten folgende Maßnahmen an den Gewinnungsanlagen, Transport- und Wasserrohrnetz geprüft und eventuell umgesetzt werden:

- Überprüfung der hydrogeologischen Verhältnisse in den verbleibenden Wasserschutzgebieten, insbesondere dem Unteren Neckartal, und Berücksichtigung der beabsichtigten Ausweisung neuer Gewerbegebiete und Retentionsräume.
- Erweiterung der installierten Pumpkapazitäten in den Gewinnungsanlagen Gehrnfeld und Unteres Neckartal.
- Bau einer vierten Einspeisestelle im Kreuzungsbereich Mühlstraße/Gartenstraße.
- Umbau des Transportleitungsknotens und Bau einer fünften Einspeisestelle im Kreuzungsbereich Gartenstraße/Aeulestraße.
- Bau einer Transportleitung zwischen den Behältern Sand und Stauffenberg zur besseren Ausnutzung der vorhandenen Behälterkapazität.
- Druckstoßberechnungen der Förderleitungen.

Aufgestellt:
RBS wave GmbH
Stuttgart, April 2016